



DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
EU 053.3	9K	3164.30	---	HG	RB	0021 00

Titel der Unterlage: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser, I. Bauabschnitt 1983/84	Seite:	I.
	Stand:	12.07.85
Ersteller: GSF	Textnummer:	

Stempelfeld:

PSP-Element TP... 9K/2122353	zu Plan-Kapitel: 3.1.9.6.3
PL	PL
30.07.86	30.07.86
	Freigabe im Projekt

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



EU 053.3	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	3164.30	---	HG	RB	0021	00

Titel der Unterlage: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser, I. Bauabschnitt 1983/84	Seite: II. Stand: 12.07.85
---	---

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

LV-Nr. 2219.04

AP-Nr. 1

I. Bauabschnitt

~~Ergänzende~~ Unterlagen zum Plan Endlager Schachtanlage Konrad.

Leistungsverzeichnis-Nummer 2219.04


Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung


Arbeitspaket Nummer 1

I. Bauabschnitt 1983/84

Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung
im oberflächennahen Grundwasser

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH
Institut für Tieflagerung
Institut für Radiohydrometrie

Dipl.-Geologe 

Dipl.-Physiker 

LV-Nr. 2219.04

Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung

AP-Nr. 1

I. Bauabschnitt 1983/84

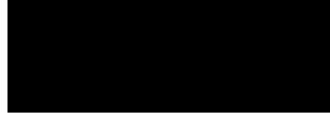
Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung
im oberflächennahen Grundwasser

Braunschweig, den 12.07.1985

Der Bericht wurde im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) erstellt. Die PTB behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der PTB zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	1
Vorbemerkungen	2
1 Einleitung und Problemstellung	4
2 Angaben zur Meßmethodik	5
3 Durchführung der Einbohrlochmessungen	8
3.1 Festlegung der Meßstellen	9
3.2 Umfang der Messungen	10
3.3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne	10
3.4 Schlußfolgerungen	13
4 Zusammenfassung der Ergebnisse	14
Verzeichnis der Abbildungen 1 - 5	15
Verzeichnis der Tabellen 1 - 5	21
Verzeichnis der Anlagen 1	33
Literatur	35

Kurzfassung

I. Bauabschnitt 1983/84: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser

Stichwörter: Filtergeschwindigkeit, Fließrichtung, Hydrogeologie, Konrad, oberflächennahes Grundwasser, radiohydrometrische Einbohrlochmethode

Zur genaueren Erkundung des Abflußverhaltens des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Lockergesteinsablagerungen der Senken wurde mit Hilfe der radiohydrometrischen Einbohrlochmethode die Fließrichtung und Filtergeschwindigkeit bestimmt. Die Messungen erfolgten in zwei Meßkampagnen während des langjährigen Grundwasserhochstandes und des langjährigen Grundwasserniedrigstandes in ausgewählten Grundwassermeßstellen.

Vorbemerkungen

Nach der derzeit gültigen Fassung des Niedersächsischen Wasserhaushaltsgesetzes (NWG) ist gemäß § 10 NWG die Durchführung von Grundwassermarkierungen mit radioaktiven Stoffen von der oberen Wasserbehörde zu genehmigen.

Infolgedessen stellte das Institut für Tieflagerung der GSF im Februar 1984 bei der Bezirksregierung Braunschweig den Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis zur Durchführung von Markierungsversuchen mit radioaktiven Stoffen. Um dem Antrag entsprechen zu können, wurde das Institut für Tieflagerung im August 1984 von der Bezirksregierung Braunschweig gebeten, ergänzende Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Ende August 1984 wurden die gewünschten Unterlagen der Genehmigungsbehörde übergeben. Mit Schreiben vom 21.01.1985 erhielt das Institut für Tieflagerung die wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung der geplanten Einbohrlochmessungen für die erste und zweite Meßkampagne des ersten Bauabschnittes des hydrogeologischen Untersuchungsprogrammes Konrad. Die Messungen zur ersten Meßkampagne wurden am 29.01.1985 aufgenommen und am 07.02.1985 beendet.

Um eine statistisch gesicherte Aussage über das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers im Untersuchungsgebiet machen zu können, wurde in einem Fachgespräch zwischen BGR, GSF und PTB beschlossen, die Anzahl der Meßstellen in den Meßkampagnen des zweiten Bauabschnittes zu erhöhen.

Im April 1985 reichte das Institut für Tieflagerung in Abstimmung mit der PTB bei der Bezirksregierung Braunschweig die entsprechenden Antragsunterlagen ein. Am 07.06.1985 wurde die wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung der Einbohrlochmessungen für die erste und zweite Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes erteilt.

Da die Wiederholungsmessungen des ersten Bauabschnittes aus organisatorischen und fachlichen Gründen zeitgleich mit den Messungen zur ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes durchgeführt werden sollten, wurde die Verschiebung der Wiederholungsmessungen des ersten Bauabschnittes vom geplanten Termin (April/Mai 1985) in den Juni/Juli 1985 notwendig. Die in situ-Messungen wurden am 19.06.1985 aufgenommen und am 04.07.1985 beendet.

1 Einleitung und Problemstellung

Im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) wurden in ausgewählten Grundwassermeßstellen in der näheren Umgebung der Schachtanlage Konrad in situ-Messungen zur Bestimmung der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten des oberflächennahen Grundwassers von der GSF durchgeführt.

Die Arbeiten zu diesem Arbeitspaket wurden gemeinsam von den GSF-Instituten für Tieflagerung - Braunschweig und Radiohydrometrie - Neuherberg getragen.

Ziel der Untersuchungen war es, das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Ablagerungen der Senken im Bereich der Schachtanlage Konrad näher zu untersuchen.

Um eine evtl. Veränderung der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten in den grundwasserführenden quartären Ablagerungen in Abhängigkeit von der jahreszeitlich bedingten Wasserführung des Aquifers erkennen zu können, wurden die in situ-Messungen in ausgewählten Grundwassermeßstellen in zwei Meßkampagnen durchgeführt.

Entsprechend der Leistungsvereinbarung zu diesem Arbeitspaket (AP 1, I. BA) der Teilaufgabe 2219.04 sind in situ-Messungen in fünf Grundwassermeßstellen in zwei Meßkampagnen - Hochwasserstand und Niedrigwasserstand - vorgesehen.

Im vorliegenden Bericht werden die Untersuchungsergebnisse der ersten Meßkampagne - vom Januar/Februar 1985 während des Niedrigwasserstandes - und der zweiten Meßkampagne - vom Juni/Juli 1985 während des Hochwasserstandes - vorgestellt.

2 Angaben zur Meßmethodik

Grundlage der Messungen der Filtergeschwindigkeit und der Fließrichtung bildet die radiohydrometrische Einbohrlochmethode. Ihre Anwendung setzt eine vertikale Pegelbohrung voraus, die den Grundwasserleiter in seiner Mächtigkeit oder im Meßhorizont erschließt. Die Grundwassermeßstelle soll mit Filterrohr und Kiesfilter so ausgebaut sein, daß sie vom Grundwasser bei geringem Filterwiderstand sandfrei durchströmt wird. Der Grundwasserdurchfluß durch das Filterrohr wird als stationär und horizontal angenommen.

Zum besseren Verständnis sei im folgenden kurz auf die der Bestimmung der Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung zugrunde liegenden Gleichungen hingewiesen:

Die Filtergeschwindigkeit v_f ist nach DIN 4049 als Quotient des Grundwasserabflusses Q und der Bruttofläche F des Grundwasserleiters, die senkrecht zur Fließrichtung des Grundwassers steht, definiert:

$$v_f = \frac{Q}{F} \quad (1)$$

Die Filtergeschwindigkeit v_f ist der Abstandsgeschwindigkeit v aufgrund der Beziehung

$$v_f = P_n \cdot v \quad (2)$$

(P_n = effektive Porosität des Grundwasserleiters) sowie dem Grundwassergefälle J entsprechend dem Darcyschen Gesetz

$$v_f = k_f \cdot J \quad (3)$$

(k_f = Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters) proportional.

Die Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f erfolgt durch das Tracerverdünnungsverfahren. Hierzu wird die Wassersäule im Meßhorizont des Filterrohres homogen radioaktiv markiert. Aus der Verdünnung des radioaktiven Tracers durch das durchströmende Grundwasser ergibt sich v_f (s. Tracerverdünnungsdiagramm, Abb. 1):

$$v_f = \frac{\pi \cdot r}{2 \cdot \alpha \cdot t} \cdot \ln \frac{c_0}{c} \quad (4)$$

c_0 = Tracerkonzentration zur Zeit $t = 0$

c = Tracerkonzentration zur Zeit t

r = Innenradius des Filterrohres

α = α -Wert, Korrekturfaktor, der den Einfluß des Bohrlochausbaues und der in Abb. 1 gezeigten Tracersonde auf die Grundwasserbewegung im Filterrohrbereich berücksichtigt.

Nach Abfluß aus dem Filterrohr befindet sich der Tracer in der Grundwasserabflußrichtung und zeigt somit die Fließrichtung R_i des Grundwassers an. Diese wird dann durch Messung der Winkelverteilung der Strahlung, welche von der radioaktiven Tracerwolke zur Grundwassermeßstelle gelangt, ermittelt (s. Tracerverteilungsdiagramm, Abb. 1).

Die meßtechnischen Voraussetzungen zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit und der Fließrichtung des Grundwassers werden durch die in Abbildung 1 skizzierte Tracersonde erfüllt. Im zentralen Teil der Tracersonde, dem Meß- oder Verdünnungsvolumen (Höhe: 0,50 m) wird die radioaktive Tracerlösung injiziert, durch die Mischspirale laufend homogen verteilt und durch den Szintillationsdetektor registriert. Der Szintillationsdetektor ist in einen Bleikollimator integriert.

Die Kollimatoröffnung wird durch einen Motor um eine senkrechte Achse gedreht, wobei ihre azimutale Lage auf die durch den Kompaß festgelegte Nordrichtung bezogen registriert wird. Eventuelle Vertikalströmungen des Grundwassers werden durch das Druckausgleichsrohr kurzgeschlossen und stören somit die Tracerverdünnung im Meßvolumen nicht.

Als Tracer wird das radioaktive Isotop Br-82 in NH_4Br -Lösung verwendet. Das geringe Volumen der injizierten Tracerlösung (weniger als 1 ml) erzeugt praktisch keine Störung der hydraulischen Randbedingungen. Br-82 ist ein nahezu idealer hydrologischer Tracer, d.h. er gleicht in seinem Fließverhalten dem des Grundwassers. Seine Gammastrahlung kann auch von außerhalb des Filterrohres registriert werden. Die für eine Messung benötigte Aktivität beträgt je nach Filterrohrdurchmesser $0,3 \cdot 10^4$ bis $1,5 \cdot 10^4$ Bq bzw. 1 bis $5 \mu\text{Ci}$ bei einer Anfangskonzentration im Filterrohr, die kleiner als 30 Bq/ml bzw. $10^{-3} \mu\text{Ci/ml}$ ist und nach Beendigung der Messung um mindestens eine Größenordnung absinkt. Die Halbwertszeit von Br-82 beträgt 35,3 Stunden.

Während des Meßvorganges wird zunächst der zeitliche Verlauf der Impulsrate, d.h. die Konzentration des Tracers im Filterrohr und anschließend die Winkelverteilung der Impulsrate, d. h. die azimutale Tracerverteilung außerhalb des Filterrohres gemessen. Dies erfolgt bei der in Abbildung 1 gezeigten Sonde nacheinander mit dem im Meßvolumen angeordneten Detektor. Mit der beschriebenen Sonde können Filtergeschwindigkeiten von etwa 0,005 bis 50 m/d bestimmt werden, wobei die Meßgenauigkeit im Einzelfall vom Verlauf des Verdünnungsdiagrammes abhängt. Im allgemeinen ist der Meßfehler der Filtergeschwindigkeit v_f kleiner als $\pm 5 \%$. Die Grundwasserfließrichtung wird im Bogenmaß ($N = 0^\circ$, $E = 90^\circ$, $S = 180^\circ$, $W = 270^\circ$) angegeben. Die Genauigkeit ist im allgemeinen besser als 20° .

Weitere Einzelheiten über die radiohydrometische Einbohrlochmethode sind der Spezialliteratur zu entnehmen (s. Literaturverzeichnis).

3 Durchführung der Einbohrlochmessungen

Als Meßkampagnen für die Einbohrlochmessungen des ersten Bauabschnittes wurden gemäß Arbeitspaketbeschreibung die Monate Oktober/November 1984 - während des langjährigen Grundwasserniedrigstandes - und die Monate April/Mai 1985 - als Zeitraum für den langjährigen Grundwasserhochstand vorgesehen.

Abweichend davon konnte die erste Meßkampagne im Oktober/November 1984 nicht wie geplant durchgeführt werden, da die für die Untersuchungen notwendige wasserrechtliche Erlaubnis seitens der zuständigen Genehmigungsbehörde nicht rechtzeitig erteilt worden war (vgl. Vorbemerkungen).

Unmittelbar nach Eingang des Erlaubnisbescheides im Januar 1985 wurde die erste Meßkampagne zum ersten Bauabschnitt begonnen; sie dauerte vom 29.01.1985 bis zum 07.02.1985. Die Ergebnisse dieser ersten Meßreihe wurden der PTB unter der Strukturplanbezeichnung 2219.04/AP 1, I.BA - Zwischenbericht im Mai 1985 übergeben.

Der für die Wiederholungsmessungen in den Monaten April/Mai 1985 vorgesehene Zeitraum mußte aufgrund der ausstehenden wasserrechtlichen Genehmigung auf die Monate Juni/Juli 1985 verschoben werden. Nach Zustimmung der Genehmigungsbehörde wurde die zweite Meßkampagne des ersten Bauabschnittes in der Zeit vom 19.06.1985 bis zum 04.07.1985 durchgeführt.

Entsprechend den Auflagen der Genehmigungsbehörde wurde das Wasserwerk SZ-Bleckenstedt während der Einbohrlochmessungen (1. und 2. Meßkampagne) in den Meßstellen VII A und IX A stillgelegt. In Absprache mit der Abteilung Wasserwerke der Stahlwerke Peine-Salzgitter AG wurde das Wasserwerk während der ersten Meßkampagne für vierzehn Tage, vom 29.01.1985/10.00 Uhr bis zum 11.02.1985/8.00 Uhr abgeschaltet. In der zweiten Meßkampagne betrug die Stilllegungszeit

fünfzehn Tage (vom 25.06.1985 bis 09.07.1985). Vor Wiederinbetriebnahme des Wasserwerkes wurde, gemäß den Auflagen der Genehmigungsbehörde, in den Meßstellen im Bereich des Absenkungstrichters, in denen Messungen durchgeführt worden waren (Meßstelle VII A und IX A), das Grundwasser γ -spektrometrisch auf Br-82-Aktivität untersucht. Zusätzlich wurden Grundwasserproben aus dem Sammelbecken des Wasserwerkes den gleichen Messungen unterzogen. In allen Fällen blieb die Br-82-Aktivität weit unterhalb der nach den "Richtlinien zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen" des BMI angegebenen Nachweisgrenze von 2,5 Bq/l.

3.1 Festlegung der Meßstellen

Die Aufteilung des hydrogeologischen Untersuchungsprogrammes auf zwei Bauabschnitte bewirkte keine Verschiebung der für Einbohrlochmessungen vorgesehenen Meßpunkte.

Entsprechend der Absprache mit BGR und PTB im ersten Bauabschnitt des hydrogeologischen Untersuchungsprogrammes Konrad, den Nahbereich um die Schachtanlage Konrad näher zu untersuchen, wurden die Meßpunkte für die Einbohrlochmessungen aus den u. a. für derartige Untersuchungen errichteten Grundwassermeßstellen ausgewählt. Die Auswahl und Festlegung der Meßstellen erfolgte nach fachlichen Gesichtspunkten in Absprache mit der BGR. Neben der Charakterisierung des Abflußverhaltens des oberflächennahen Grundwassers in den verschiedenen quartären Senken waren vor allem solche Meßstellen von Interesse, die im Bereich des Zusammentreffens mehrerer quartärer Senken liegen.

3.2 Umfang der Messungen

Einbohrlochmessungen wurden in sechs nach hydrogeologischen Gesichtspunkten ausgewählten Grundwassermeßstellen vorgenommen. Im einzelnen tragen die Grundwassermeßstellen folgende Bezeichnungen:

III	IX A
V	XV
VII A	1111

Die ausnahmslos im Porenwasserleiter stehenden Grundwassermeßstellen erschließen pleistozäne Kiese und Sande mit Mächtigkeiten von 22 bis 56 m. Aus Anlage 1 ist die Lage der für die Einbohrlochmessungen ausgewählten Grundwassermeßstellen zu ersehen.

Die Messungen in den einzelnen Grundwassermeßstellen erfolgten im Bereich der jeweiligen Filterstrecke bzw. Filterstrecken in meterweisen Abständen. In Tabelle 1 sind die technischen Daten der ausgewählten Meßstellen aufgelistet.

3.3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweite Meßkampagne

Die aus den radiohydrometrischen Messungen mit der Einbohrlochsonde ermittelten Ergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne sind für die verschiedenen Teufenbereiche der einzelnen Grundwassermeßstellen in Tabelle 2 (Filtergeschwindigkeit) und Tabelle 3 (Fließrichtung) zusammengestellt.

Zum Zeitpunkt der Messungen der zweiten Meßkampagne war der Grundwasserruhepegel in den Beobachtungspegeln etwa 0,30 m höher als in der ersten Meßkampagne im Januar/Februar 1985. Damit war

eine Voraussetzung zur Durchführung der Wiederholungsmessungen, nämlich das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers zu Zeiten unterschiedlicher Wasserführung des Aquifers (Hoch- und Niedrigwasserstand) zu erfassen, erfüllt.

Die Schwankungsbreite der in den einzelnen Grundwassermeßstellen gemessenen Filtergeschwindigkeiten und Fließrichtungen ist nach Meßkampagnen getrennt aus den Histogrammen in Abbildung 2 (1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985) und Abbildung 3 (2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985) zu entnehmen.

Die Streuung der Grundwasserfließrichtung ist, soweit die Anzahl der Meßpunkte statistische Aussagen ermöglicht, auch in der zweiten Meßkampagne in den Grundwassermeßstellen III, V, XV und 1111 gering. In der Grundwassermeßstelle VII A ließ sich gegenüber den Messungen der Fließrichtung in der ersten Meßkampagne keine Veränderung feststellen.

Die bereits in der ersten Meßkampagne ermittelte Hauptabstromrichtung des oberflächennahen Grundwassers im Untersuchungsgebiet nach Norden bzw. Nordwesten wurde durch die Wiederholungsmessungen bestätigt.

Im Bereich des Beobachtungspegels IX A wurde in der ersten Meßkampagne (Januar/Februar 1985) eine starke Streuung ($\pm 95^\circ$) der Fließrichtung um den Mittelwert von 35° beobachtet; in der zweiten Meßkampagne trat eine derartige Streuung der Fließrichtungswerte nicht mehr auf. Das Grundwasser floß mit $235^\circ \pm 32^\circ$ nach Südwesten, in Richtung des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt ab. Während die Messungen der ersten Meßkampagne in der Grundwassermeßstelle IX A unmittelbar nach Abschalten des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt durchgeführt wurden, fanden die Wiederholungsmessungen erst neun Tage nach Stilllegung des Wasserwerkes statt.

Bei den Filtergeschwindigkeiten ergaben sich allerdings in der Grundwassermeßstelle IX A, wie in der ersten Meßkampagne, Werte, die etwa eine halbe Größenordnung über den in anderen Meßstellen ermittelten Werten lagen (vgl. Tab. 4). Dies liegt darin begründet, daß der Absenkungstrichter des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt nach dem Abschalten des Wasserwerkes noch weitgehend existent ist und im Bereich der Grundwassermeßstelle IX A noch ein relativ großes Grundwassergefälle in Richtung der Pumpbrunnen des Wasserwerkes besteht. In jedem Fall ist die Verwendung der in der Grundwassermeßstelle IXA ermittelten Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten für die Bearbeitung der natürlichen, ungestörten Grundwasserströmung in den quartären Ablagerungen der Senken im Bereich der Schachtanlage Konrad problematisch. Demzufolge wurden die Meßwerte der Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung aus Grundwassermeßstelle IX A bei der Mittelwertbildung von allen Grundwassermeßstellen ausgeklammert.

Die Meßwerte der Filtergeschwindigkeiten sind nach Meßkampagnen getrennt in Abbildung 4 und Abbildung 5 als Summenkurven der Häufigkeitsverteilung in lognormalem Maßstab eingetragen. Die aus den Diagrammen für die einzelnen Meßstellen ablesbaren Mittelwerte und Standardstreuungen der Filtergeschwindigkeiten sind für beide Meßkampagnen zusammen in Tabelle 4 enthalten. Tabelle 5 liefert die in den Meßkampagnen ermittelten Fließrichtungen einschließlich der arithmetischen Mittel und der Standardabweichung s .

Aus der Summe der Filtergeschwindigkeiten in den einzelnen Grundwassermeßstellen ergibt sich für die erste Meßkampagne (Jan./Febr. 1985) ein Mittelwert von 0,17 m/d (ohne Grundwassermeßstelle IX A); in der zweiten Meßkampagne (Juni/Juli 1985) ließ sich aus dem Summenhäufigkeitsdiagramm (Abb. 4) ein Mittelwert von 0,16 m/d ermitteln.

In Anlage 1 sind die in den Grundwassermeßstellen ermittelten Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten beider Meßkampagnen dargestellt.

3.4 Schlußfolgerungen

Läßt man die Meßwerte für die Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung aus der Grundwassermeßstelle IX A unberücksichtigt, so ergibt sich hinsichtlich der mittleren v_f - und R_i -Werte aus beiden Meßkampagnen eine innerhalb der Fehlergrenzen liegende gute Reproduzierbarkeit.

Unter Berücksichtigung, daß die Meßergebnisse der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten in den einzelnen Grundwassermeßstellen letztlich nur eine punktuelle Aussagefähigkeit besitzen, decken sie sich jedoch weitgehend mit den aus anderen Untersuchungen bekannten Ergebnissen. So besteht zwischen den aus Isohypsenplänen ableitbaren Grundwasserabstromrichtungen (vgl. 2219.02/AP 4 und AP 5) und den in situ-Messungen eine gute Übereinstimmung. Für die Grundwasserabstromrichtung bzw. Fließrichtung ergibt sich sowohl aus den in situ-Messungen als auch aus den Isohypsenplänen eine Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Senken nach Nordwesten bzw. Norden (s. Anlage 1). Eine wesentliche Änderung der Fließrichtung ist sowohl aus den für unterschiedliche Zeiträume gezeichneten Isohypsenplänen als auch aus den während unterschiedlicher Grundwasserspiegellagen durchgeführten Messungen nicht zu ersehen.

Die starke Streuung der Meßwerte für die Filtergeschwindigkeit, ebenso wie die nur in der ersten Meßkampagne zu verzeichnende Streuung der Meßwerte der Fließrichtung, lassen eine Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse in der Grundwassermeßstelle IX A durch das vom Wasserwerk SZ-Bleckenstedt aufgebaute Grundwasserströmungsfeld vermuten (vgl. Kapitel 3.3). Für die Beschreibung der natürlichen hydraulischen Verhältnisse in den quartären Ablagerungen sind die dort ermittelten Werte jedoch ungeeignet.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In zwei Meßkampagnen des ersten Bauabschnittes im Januar/Februar 1985 sowie im Juni/Juli 1985 wurden mit der radiohydrometrischen Einbohrlochmethode die Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten gemessen. Die Messungen wurden in sechs ausgewählten Grundwassermeßstellen in den quartären Ablagerungen der Senken des Nahbereiches um die Schachtanlage Konrad durchgeführt.

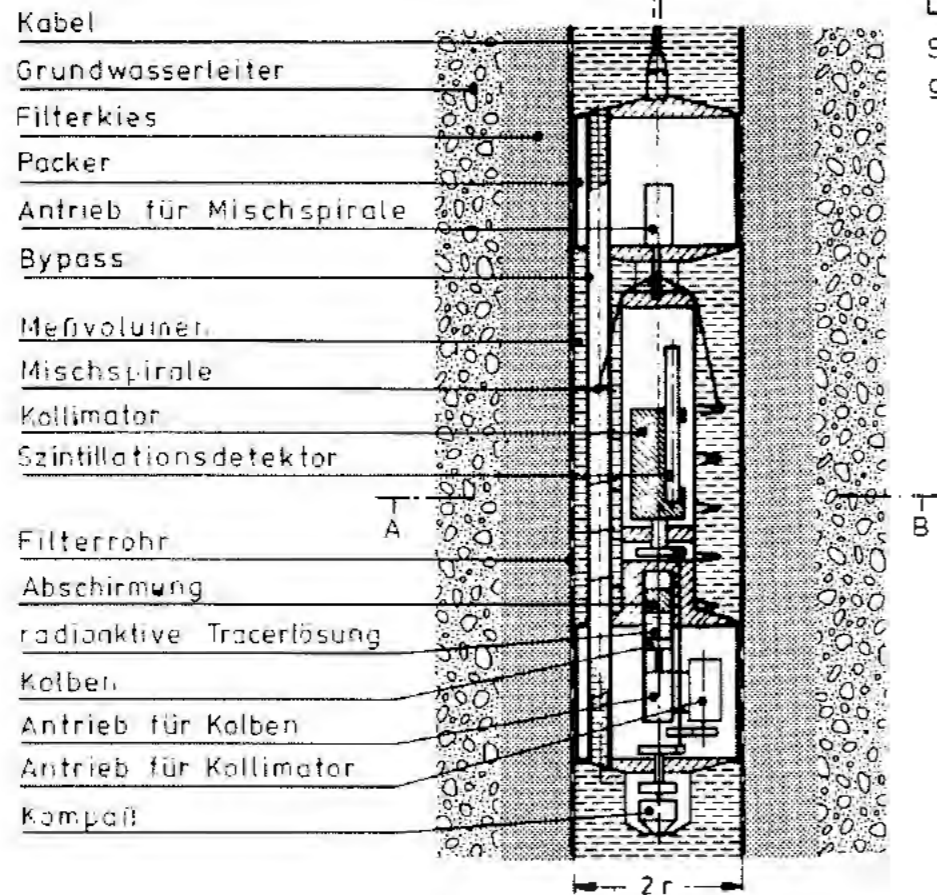
Trotz der um ca. 0,30 m höheren Grundwasserspiegelstände in der zweiten Meßkampagne konnten in den gemessenen Grundwassermeßstellen III, V, VII A, XV und 1111 keine wesentlichen Veränderungen der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten verzeichnet werden. Bedingt durch die Lage der Grundwassermeßstelle IX A im Bereich des Absenkungstrichters des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt lassen sich die für die Fließrichtung und Filtergeschwindigkeit bestimmten Werte nicht zur Beschreibung der natürlichen und ungestörten Abflußverhältnisse des oberflächennahen Grundwassers heranziehen.

Nach den Meßergebnissen beider Meßkampagnen fließt das oberflächennahe Grundwasser in den nicht durch Grundwasserförderung beeinflussten Senken, also ohne Berücksichtigung der Meßergebnisse aus Grundwassermeßstelle IX A, mit einer mittleren Filtergeschwindigkeit von v_f 0,0165 m/d in nördliche bzw. nordwestliche Richtung ab.

Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Tracersonde und Meßprinzip zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f und der Fließrichtung R_i des Grundwassers. Höhe des Meßvolumens: 0,50 m.
- Abbildung 2: Histogramme der mit der Einbohrlochmethode ermittelten Fließrichtung R_i (Normalverteilung) und Filtergeschwindigkeit v_f (Lognormale Verteilung) (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985).
- Abbildung 3: Histogramme der mit der Einbohrlochmethode ermittelten Fließrichtung R_i (Normalverteilung) und Filtergeschwindigkeit v_f (Lognormale Verteilung) (I. BA - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Abbildung 4: Summenhäufigkeit der Filtergeschwindigkeiten v_f . Darstellung in log. Klassen, Klassengrenzen: $\sqrt[n]{n}$; (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985).
- Abbildung 5: Summenhäufigkeit der Filtergeschwindigkeiten v_f . Darstellung in log. Klassen, Klassengrenzen: $\sqrt[n]{n}$; (I. BA - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).

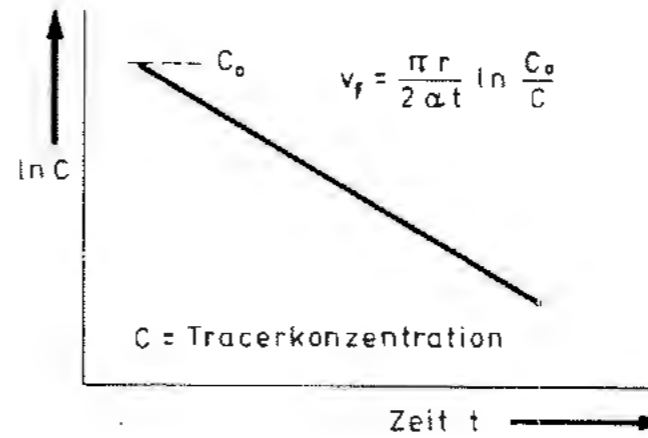
Tracersonde



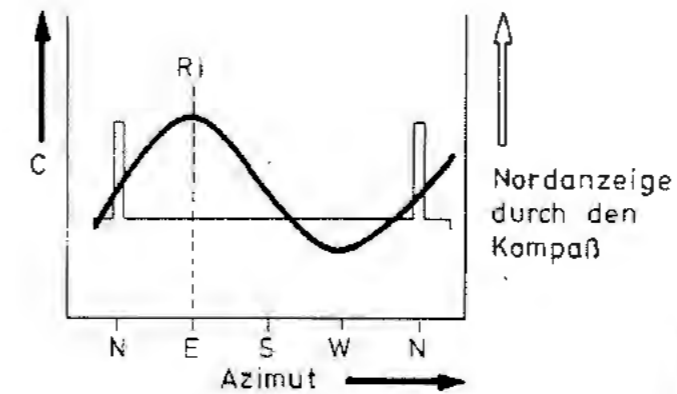
- Kabel
- Grundwasserleiter
- Filterkies
- Packer
- Antrieb für Mischspirale
- Bypass
- Messvolumen
- Mischspirale
- Kollimator
- Szintillationsdetektor
- Filterrohr
- Abschirmung
- radioaktive Tracerlösung
- Kolben
- Antrieb für Kolben
- Antrieb für Kollimator
- Kompaß

Steuer- und Registriergeräte

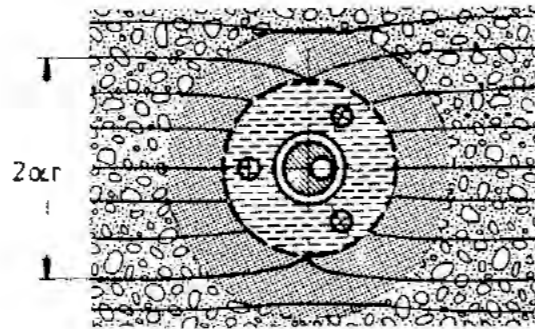
Tracerverdünnungsdiagramm zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f



Tracerverteilungsdiagramm zur Bestimmung der Fließrichtung R_i



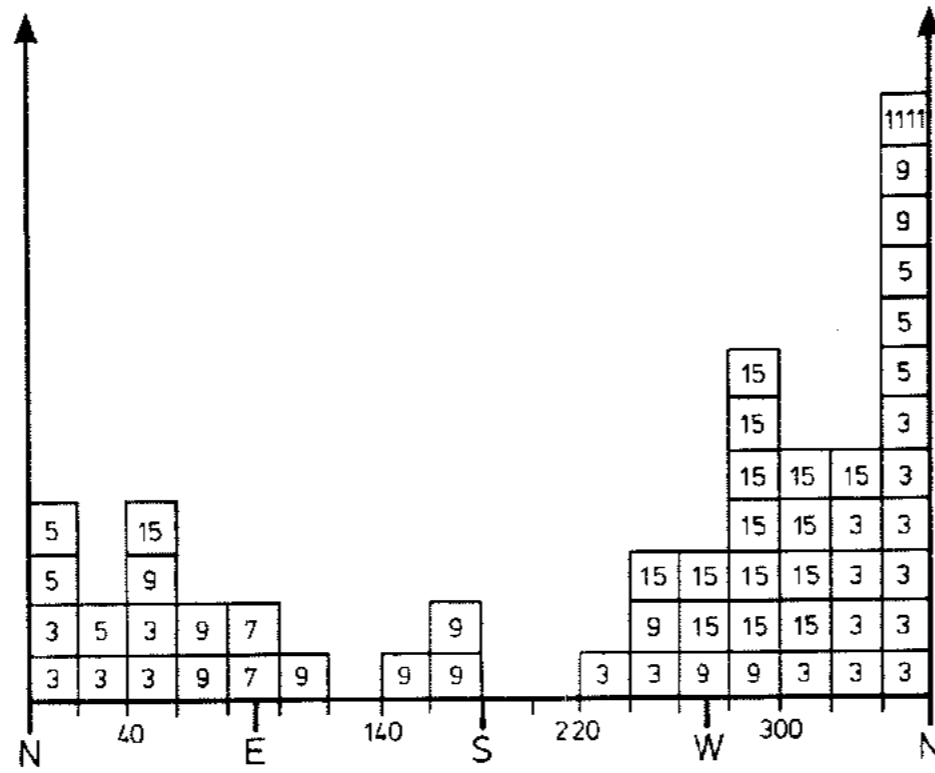
Filterrohr und Tracersonde im Grundwasserströmungsfeld



Schnitt A-B

Projekt:			
Schachanlage Konrad Salzgitter			
Leistungskatalog:			
Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/I.BA			
Bemerkung		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächenn. GW.	
		Einzelheit: Tracersonde u. Meßprinzip zur Bestimmung der v_f und der R_i	
	Datum	Name	Abb.
bearb.	7/85		1
gez	7/85		
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenerkundung			

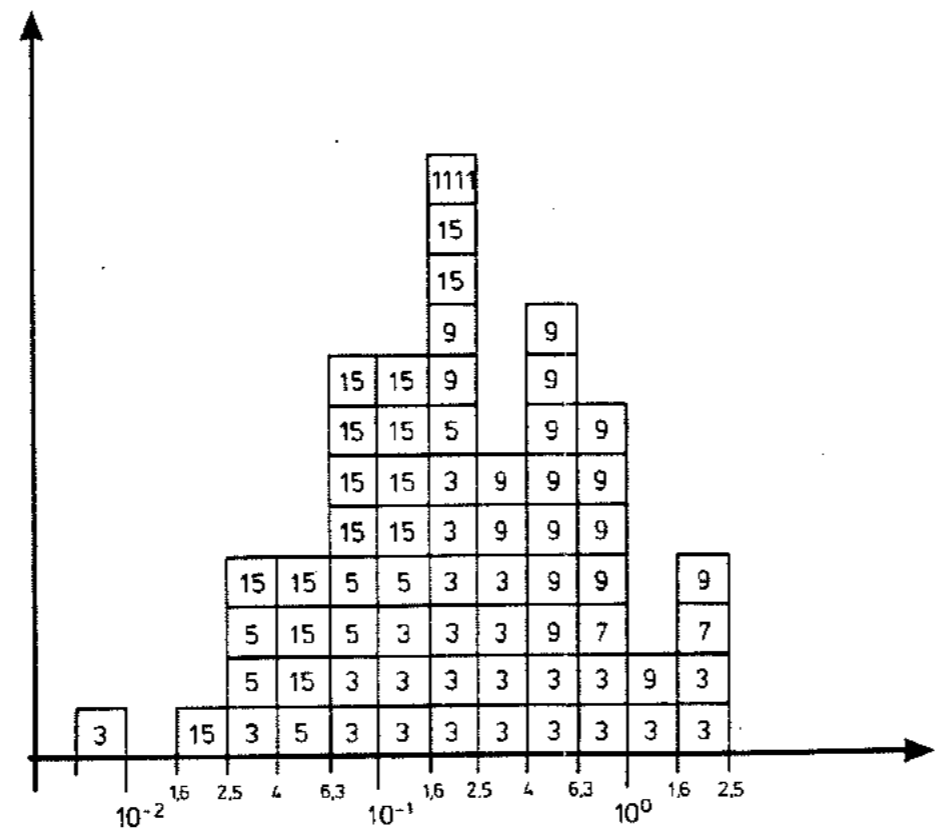
Anzahl der Beobachtungen n



Fließrichtung
 R_i (°)

I.BA-1. Messkampagne : Jan./Febr. 1985

Anzahl der Beobachtungen n

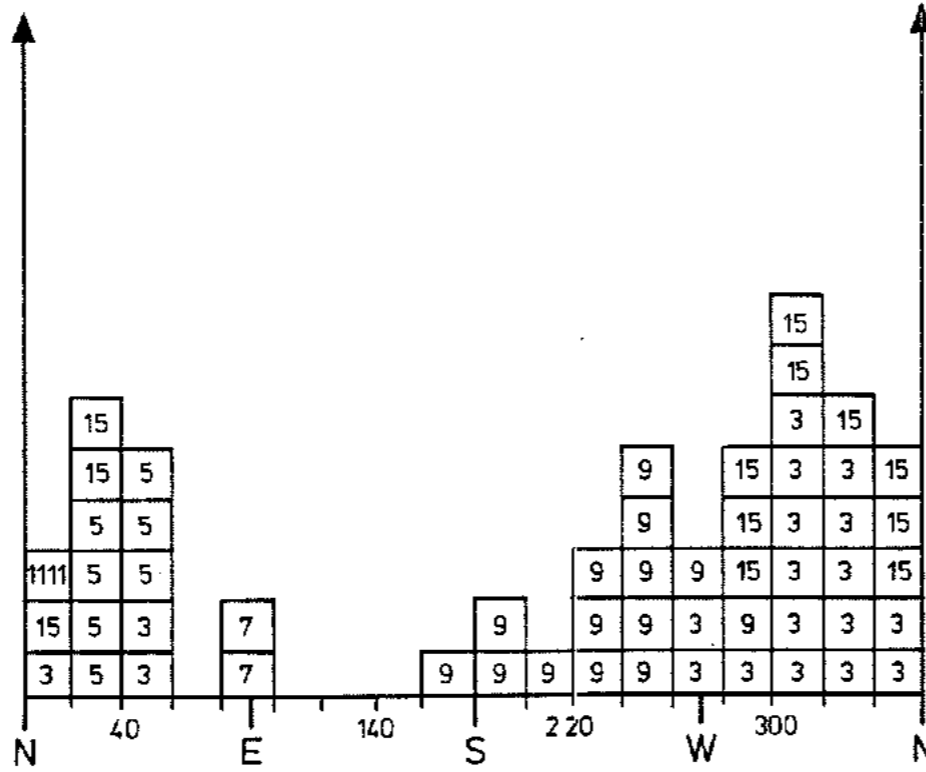


Filtergeschwindigkeit
 v_f (m/d)

- 3 = Gw-Messstelle III
- 5 = " V
- 7 = " VII A
- 9 = " IX A
- 15 = " XV
- 1111 = " 1111

Projekt		Schachthanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog		Teilaufgabe Nr 2219.04 Arbeitspaket Nr 1/I.BA	
Bemerkung		Objekt Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeits- best. im oberflächenn. GW. Einzelnet-Histogramme der Fließrichtungen R_i und Filtergeschwindigkeit v_f	
Datum	Name	Abb.	
bearb. 4/85		2	
gez. 4/85			
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenergiephysik			

Anzahl der
Beobachtungen n

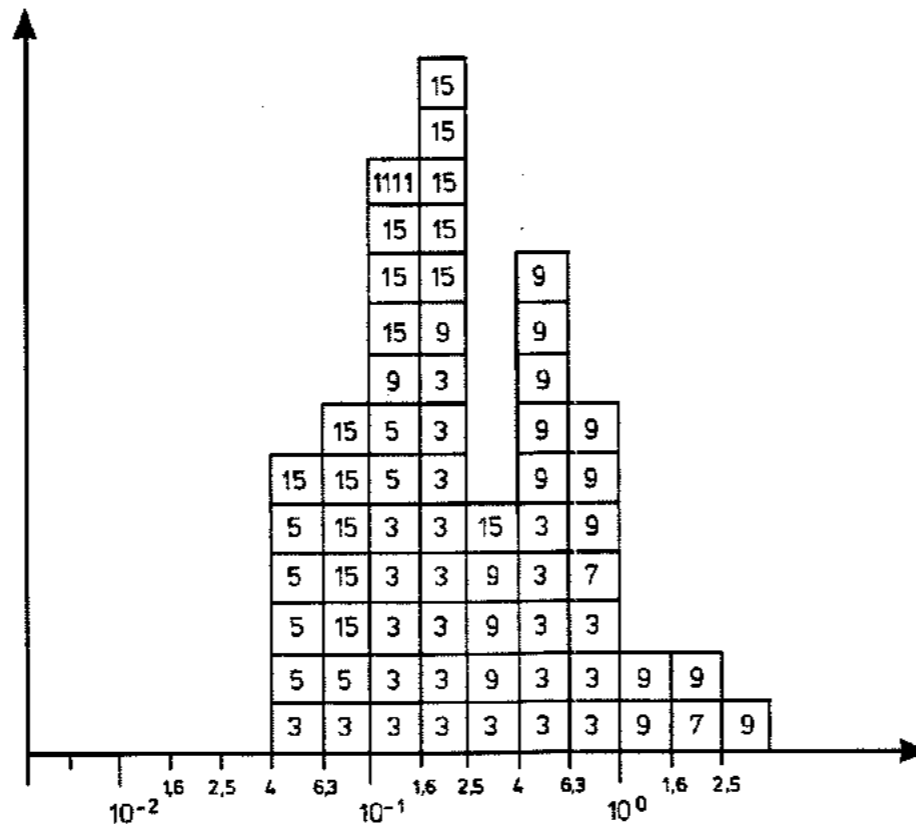


I.BA - 2. Meßkampagne: Juni / Juli 1985

3 = GW-Meßstelle III
 5 = .. V
 7 = .. VIIA
 9 = .. IXA
 15 = .. XV
 1111 = .. 1111

Fließrichtung
 R_i (°)

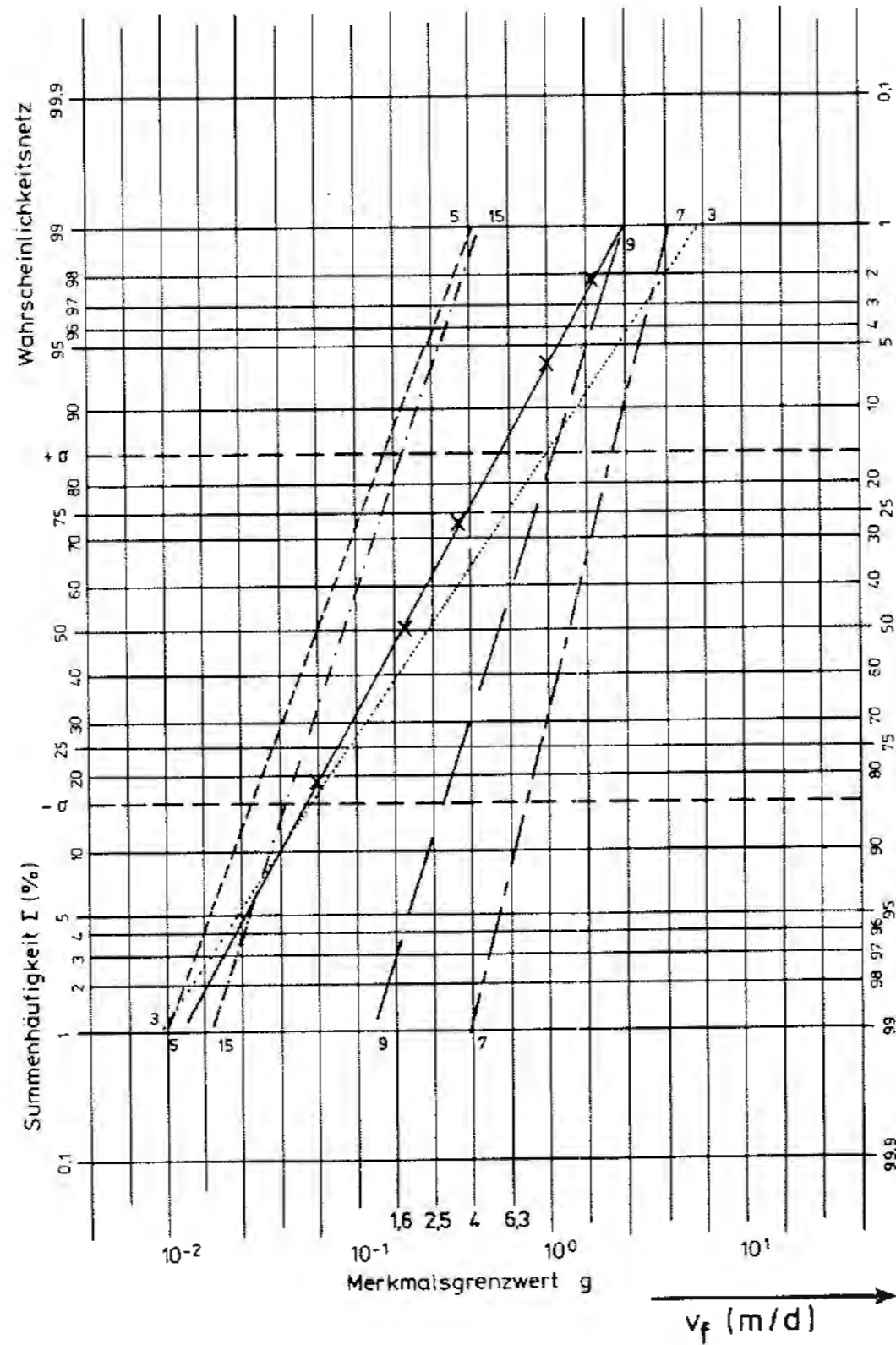
Anzahl der
Beobachtungen n



Filtergeschwindigkeit
 v_f (m/d)

Projekt:		Schachanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog:		Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/I.BA	
Bemerkung:		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeits- bestimmungen im oberflächenn. GW Einheit: Histogramme d. Fließrichtung R_i und Filtergeschwindigkeit v_f	
bearb.	Datum	Name	Abb.
7/85	7/85		3
gez.	7/85		
Gesellschaft		Institut für Tief Lagerung mbH München	

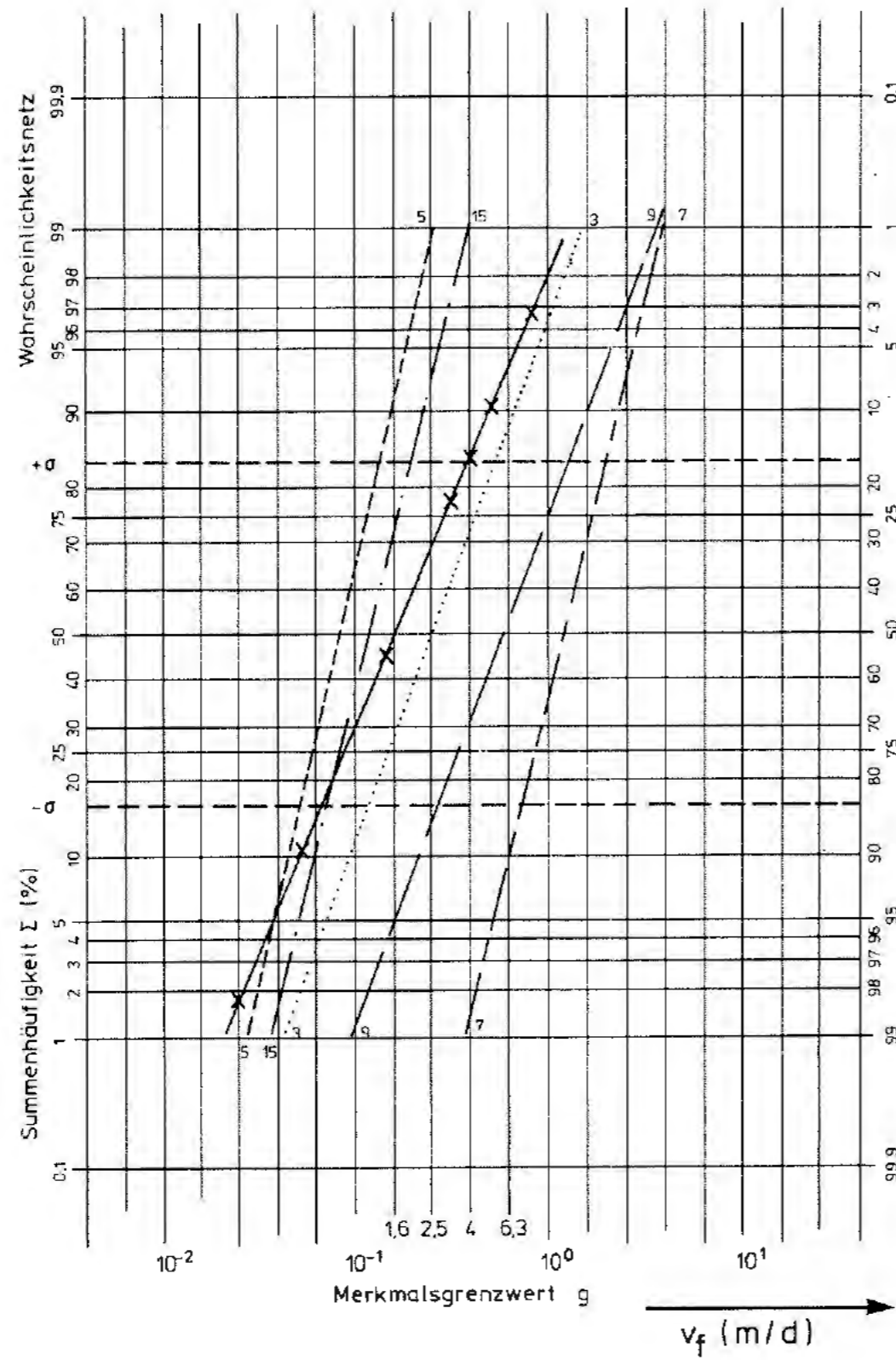
I.BA-1, Meßkampagne: Jan./Febr. 1985



- GW-Meßstelle
- 3 III
 - 5 - - - - - V
 - 7 - · - · - VII A
 - 9 ——— IX A
 - 15 - - - - - XV
 - x — alle Gw-Meßstellen (ohne IX A)
(III, V, VII A, XV, 1111)

Projekt			
Schachanlage Konrad Salzgitter			
Leistungskatalog		Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/I.BA	
Bemerkung		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeitsbest. im oberflächenn. GW. Einheit: Summenhäufigk. d. Filtergeschw. v_f . Darstell. in log. Klassen, Klassengrenze: \sqrt{n}	
	Datum	Name	Abb.
beorb	4/85		4
gez	4/85		
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tieftagerung			

I.BA - 2. Meßkampagne: Juni/ Juli 1985



- GW Meßstelle:
- 3 III
 - 5 ----- V
 - 7 ----- VIIA
 - 9 ----- IXA
 - 15 - . - . XV
 - x — alle GW-Meßstellen (ohne IX A)
(III, V, VIIA, XV, 1111)

Projekt			
Schachtanlage Konrad Salzgitter			
Leistungskatalog		Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/ I.BA	
Bemerkung		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeitsbestimmungen im oberflächenn. GW. Einzelheit: Summenhäufigkeit der Filtergeschw. v_f : Darstellung in log Klassen, Klassengrenze \sqrt{n}	
	Datum	Name	Abb.
bearb.	7/85		5
gez.	7/85		
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenerdung			

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Technische Daten der für die Einbohrlochmessungen genutzten Grundwassermeßstellen (I. BA).
- Tabelle 2: Filtergeschwindigkeit v_f (m/d) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985; 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Tabelle 3: Fließrichtung R_i ($^{\circ}$, N = 0° , E = 90° , S = 180° , W = 270°) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985; 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Tabelle 4: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (nach Abb. 4 und Abb. 5 mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985; 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Tabelle 5: Mittelwerte der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Januar/Februar 1985; 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).

Technische Daten der für die Einbohrlochmessungen genutzten Grundwassermeßstellen (l. BA).

Lage Rechtswert Hochwert	Geländehöhe über NN (m)	Meßpunkthöhe über NN (m)	Tiefe der unt. GOK (m)	GW-Meßstelle unt. Meßpunkt (m)	Lage der unt. GOK (m)	Filterstrecke unt. Meßpunkt (m)	Ausbau- durchmesser (mm)
3599030 57 80675	91,46 ¹⁾	92,76 ²⁾	41,20 ¹⁾	42,50 ²⁾	14,20- ¹⁾ 40,20	15,50- ²⁾ 41,50	DN 150
3596240 57 80885	90,17 ¹⁾	91,48 ²⁾	28,19 ¹⁾	29,50 ²⁾	19,19- ¹⁾ 27,19	20,50- ²⁾ 28,50	DN 150
3596165 57 81975	89,77 ¹⁾	90,97 ²⁾	22,80 ¹⁾	24,00 ²⁾	17,80- ¹⁾ 18,80	19,00- ²⁾ 20,00	DN 150
3596735 57 82720	89,89 ¹⁾	91,02 ²⁾	27,87 ¹⁾	29,00 ²⁾	20,80- 21,80	22,00- ²⁾ 23,00	DN 150
3598015 57 84825	86,76 ¹⁾	87,94 ²⁾	38,32 ¹⁾	39,50 ²⁾	8,87- ¹⁾ 25,87	10,00- ²⁾ 27,00	DN 150
3594740 57 82540	93,44	93,96 ²⁾	27,68	28,20 ²⁾	22,32- ¹⁾ 37,32	23,50- ²⁾ 38,50	DN 150
					26,68- 27,68	27,20- ²⁾ 28,20	DN 50

auf Oberkante Betonplatte

auf Oberkante Flansch/Oberkante Rohr

Tab. 2: Filtergeschwindigkeit v_f (m/d) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985; - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985)

Gwsp = Grundwasserspiegel der GW-Meßstelle
 Meßpkt. = Oberkante Flansch / Oberkante Rohr
 σ = Meßfehler

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
III	05.02.	5,13	16,0	0,25	0,03
			17,0	1,13	0,20
			18,0	0,31	0,06
			19,0	0,03	0,01
			20,0	0,76	0,12
			21,0	0,17	0,01
			22,0	0,01	0,01
			23,0	1,95	0,35
			24,0	0,56	0,11
	06.02.	5,15	25,0	0,25	0,07
			26,0	0,29	0,06
			27,0	0,19	0,03
			28,0	0,20	0,02
			29,0	0,42	0,03
			30,0	0,17	0,03
			31,0	0,07	0,01
			32,0	0,29	0,05
			33,0	0,28	0,10
	07.02.	5,17	34,0	0,16	0,02
			35,0	0,12	0,02
			36,0	0,08	0,02
III	21.06.	4,93	38,0	2,38	0,16
			40,0	0,13	0,04
			41,0	0,85	0,07
	25.06.	4,81	16,0	0,23	0,01
			17,0	0,83	0,11
			18,0	0,18	0,03
			19,0	0,07	0,01
			20,0	0,58	0,04
			21,0	0,13	0,01
22,0	0,12	0,01			
23,0	0,64	0,05			
24,0	0,50	0,08			
25,0	0,29	0,02			

Forts.Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\zeta(v_f)$
V	30.01.	6,41	26,0	0,41	0,06
			27,0	0,24	0,03
			28,0	0,59	0,12
			29,0	0,22	0,03
			30,0	0,14	0,03
			31,0	0,14	0,01
			32,0	0,24	0,02
			33,0	0,19	0,02
			34,0	0,15	0,01
			35,0	0,18	0,02
			36,0	0,05	0,01
			38,0	0,92	0,06
			40,0	0,21	0,04
			41,0	0,58	0,07
			V	02.07.	6,15
22,0	0,10	0,02			
23,0	0,18	0,04			
24,0	0,04	0,01			
25,0	0,06	0,02			
26,0	0,12	0,02			
27,0	0,05	0,01			
VII A	29.01.	6,50	21,0	0,06	0,01
			22,0	0,16	0,01
			23,0	0,15	0,03
			24,0	0,05	0,01
			25,0	0,06	0,01
VII A	27.06.	6,40	26,0	0,08	0,01
			27,0	0,06	0,01
IX A	29.01.	9,10	19,5	0,93	0,06
			22,5	1,87	0,11
			19,5	0,83	0,10
			22,0	1,76	0,09
			10,5	1,24	0,06
			11,5	0,70	0,08
			12,5	0,22	0,05

Forts. Tab. 2

GW- Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
IX A	30.01	9,01	13,5	0,33	0,03
			14,5	0,45	0,05
			15,5	0,60	0,08
			16,5	0,78	0,17
			17,5	0,48	0,21
			18,5	0,59	0,10
			19,5	0,49	0,07
	31.01.	8,92	20,5	0,22	0,01
			21,5	0,46	0,06
			22,5	0,33	0,04
			23,5	0,51	0,01
			24,5	0,66	0,14
			25,5	0,59	0,05
			26,5	2,52	0,18
	03.07.	8,41	10,5	2,02	0,12
			11,5	0,37	0,02
			12,5	0,31	0,03
			13,5	0,23	0,05
			14,5	0,65	0,05
			15,5	0,56	0,14
			16,5	1,04	0,15
			17,5	0,57	0,11
			18,5	0,93	0,11
			19,5	1,06	0,24
			20,5	0,63	0,08
	21,5	0,13	0,02		
	22,5	0,30	0,04		
23,5	0,62	0,05			
24,5	0,82	0,12			
25,5	0,57	0,05			
26,5	2,85	0,18			
XV	05.02.	5,40	24,0	0,24	0,01
			25,0	0,07	0,04
			26,0	0,19	0,07
			27,0	0,11	0,02
			28,0	0,08	0,02

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
XV	06.02.	5,40	29,0	0,04	0,01
			30,0	0,15	0,02
			31,0	0,13	0,02
			32,0	0,06	0,02
			33,0	0,09	0,01
			34,0	0,12	0,01
			35,0	0,06	0,01
	25.06.		36,0	0,07	0,02
			37,0	0,03	0,01
			38,0	0,06	0,02
			28,0	0,19	0,02
			29,0	0,20	0,02
			30,0	0,15	0,01
			31,0	0,18	0,02
XV	26.06.	32,0	0,09	0,02	
		33,0	0,29	0,02	
		34,0	0,18	0,01	
		35,0	0,12	0,01	
		36,0	0,10	0,01	
		37,0	0,06	0,01	
		38,0	0,09	0,02	
1111	24,0	0,23	0,01		
	25,0	0,15	0,02		
	26,0	0,08	0,02		
	27,0	0,08	0,01		
1111	06.02.	8,70	27,8	0,18	0,01
1111	25.06.	8,38	27,8	0,12	0,01

Tab. 3: Fließrichtung $R_i = (^\circ, N = 0^\circ, E = 90^\circ, S = 180^\circ, W = 270^\circ)$
des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewähl-
ten Grundwassermeßstellen

(I. BA - 1. Meßkamp.: Jan./Febr. 1985;

- 2. Meßkamp.: Juni/Juli 1985)

Gwsp = Grundwasserspiegel der GW-Meßstelle

Meßpkt. = Oberkante Flansch / Oberkante Rohr

σ = Meßfehler

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri ($^\circ$)	$\sigma(R_i)$		
III	05.02.	5,13	16,0	357	11		
			17,0	315	11		
			18,0	340	4		
			19,0				
			20,0	342	20		
			21,0	2	18		
			22,0	352	3		
			23,0	353	5		
			24,0				
			25,0	322	4		
	06.02.	5,15	26,0				
			27,0				
			28,0	13	3		
			29,0	344	7		
			30,0	240	3		
			31,0	251	11		
			32,0				
			33,0	344	14		
			34,0	339	4		
			35,0	41	9		
	07.02.	5,17	36,0	23	13		
38,0			43	9			
40,0							
41,0			330	43			
III			21.06.	4,93	16,0	333	13
					17,0	312	11
					18,0	317	14
			25.06.	4,81	19,0	335	16
					20,0	312	15
					21,0	352	22
	22,0	288			34		
	23,0	316			25		
	24,0	332			23		
	25,0	295			24		
26,0	270	15					
27,0	58	19					

Forts.Tab. 3

GW- Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	$\zeta(Ri)$
V	30.01.	6,41	28,0	43	18
			29,0	324	24
			30,0		
			31,0	319	18
			32,0		
			33,0	326	14
			34,0		
			35,0	351	21
			36,0		
			38,0	12	31
			40,0		
			41,0	317	28
			21,0	357	12
			22,0	27	11
23,0	346	3			
24,0	345	4			
25,0	12	9			
26,0	14	5			
27,0					
V	02.07.	6,15	21,0	27	11
			22,0	47	13
			23,0	23	21
			24,0	23	15
			25,0	24	16
			26,0	44	23
			27,0	41	17
VII A	29.01.	6,50	19,5	82	20
			22,5	100	22
VII A	27.06.	6,40	19,5	95	17
			22,0	98	12
IX A	29.01.	9,10	10,5	283	1
			11,5	267	9
			12,5	48	39

Forts.Tab. 3

GW- Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	$\bar{G}(Ri)$
IX A	30.01.	9,01	13,5	116	23
			14,5	168	16
			15,5	173	9
			16,5	353	5
			17,5	77	14
			18,5	155	9
			19,5	360	22
	31.01.	8,92	20,5		
			21,5		
			22,5		
			23,5		
			24,5		
			25,5	66	35
	03.07.	8,41	26,5	254	18
			10,5	236	21
			11,5	259	19
			12,5	249	24
			13,5	249	21
			14,5	238	18
			15,5	290	22
			16,5		
17,5			242	25	
18,5			196	26	
19,5			259	29	
20,5			220	24	
21,5			180	14	
22,5			185	22	
23,5					
24,5	223	18			
25,5					
26,5	270	20			
XV	05.02.	5,40	24,0	318	16
			25,0	303	8
			26,0	289	12
			27,0	300	12
			28,0	333	4
			29,0	286	2
			30,0	300	6
			31,0	252	2
			32,0	284	16
			33,0	268	12
			34,0	299	22

Forts.Tab. 3

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	$\sigma(Ri)$	
XV	06.02.	5,40	35,0	275	5	
			36,0	49	15	
			37,0	292	13	
			38,0	284	4	
	25.06.		28,0			
			29,0	2	32	
			30,0	28	10	
			31,0	351	26	
			32,0			
			33,0			
XV	26.06.	5,28	34,0	304	19	
			35,0	298	37	
			36,0	285	18	
			37,0	27	17	
			38,0	346	28	
			24,0	331	26	
			25,0	317	18	
			26,0	296	17	
			27,0	341	34	
			1111	06.02.	8,70	27,8
1111	25.06.	8,38	27,8	17	15	

Tab. 4: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (nach Abb. 4 und Abb. 5 mit der Standardstreuung zwischen $+s$ und $-s$) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen, sowie für alle Grundwassermeßstellen
(I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985;
- 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985)

n = Anzahl der Beobachtungen

* v_f für n = 2 als arithm. Mittel mit Standardabweichung s

GW-Meßstelle	Meßkamp.	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	$+s$	$-s$
III	1.	24	0,25	1,02	0,06
III	2.	24	0,25	0,55	0,12
V	1.	7	0,06	0,14	0,03
V	2.	7	0,09	0,13	0,05
VII A	1.	2 (*)	1,40	2,06	0,74
VII A	2.	2 (*)	1,30	1,96	0,64
IX A	1.	17	0,55	1,05	0,28
IX A	2.	17	0,60	1,38	0,26
XV	1.	15	0,09	0,17	0,04
XV	2.	15	0,13	0,20	0,07
1111	1.	1	0,18		
1111	2.	1	0,12		
alle GW-Meßstellen ohne IX A	1.	49	0,17	0,58	0,05
	2.	49	0,16	0,40	0,07

Tab. 5: Mittelwerte der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen

(I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985;
- 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985)

$\overline{\sigma}(R_i)$ = arithmetisches Mittel der Meßfehler
n = Anzahl der Beobachtungen

GW-Meßstelle	Meßkamp.	n	$\overline{R_i}$ (o)	s	$\overline{\sigma}(R_i)$
III	1.	18	342	42	11
III	2.	19	331	36	20
V	1.	6	4	17	7
V	2.	7	33	11	16
VII A	1.	2	91	13	21
VII A	2.	2	97	2	15
IX A	1.	12	35	95	17
IX A	2.	14	235	32	22
XV	1.	15	299	36	10
XV	2.	12	334	35	24
1111	1.	1	343		10
1111	2.	1	17		15
alle GW-Meßstellen ohne IX A	1.	42	338	50	11
	2.	41	350	46	18

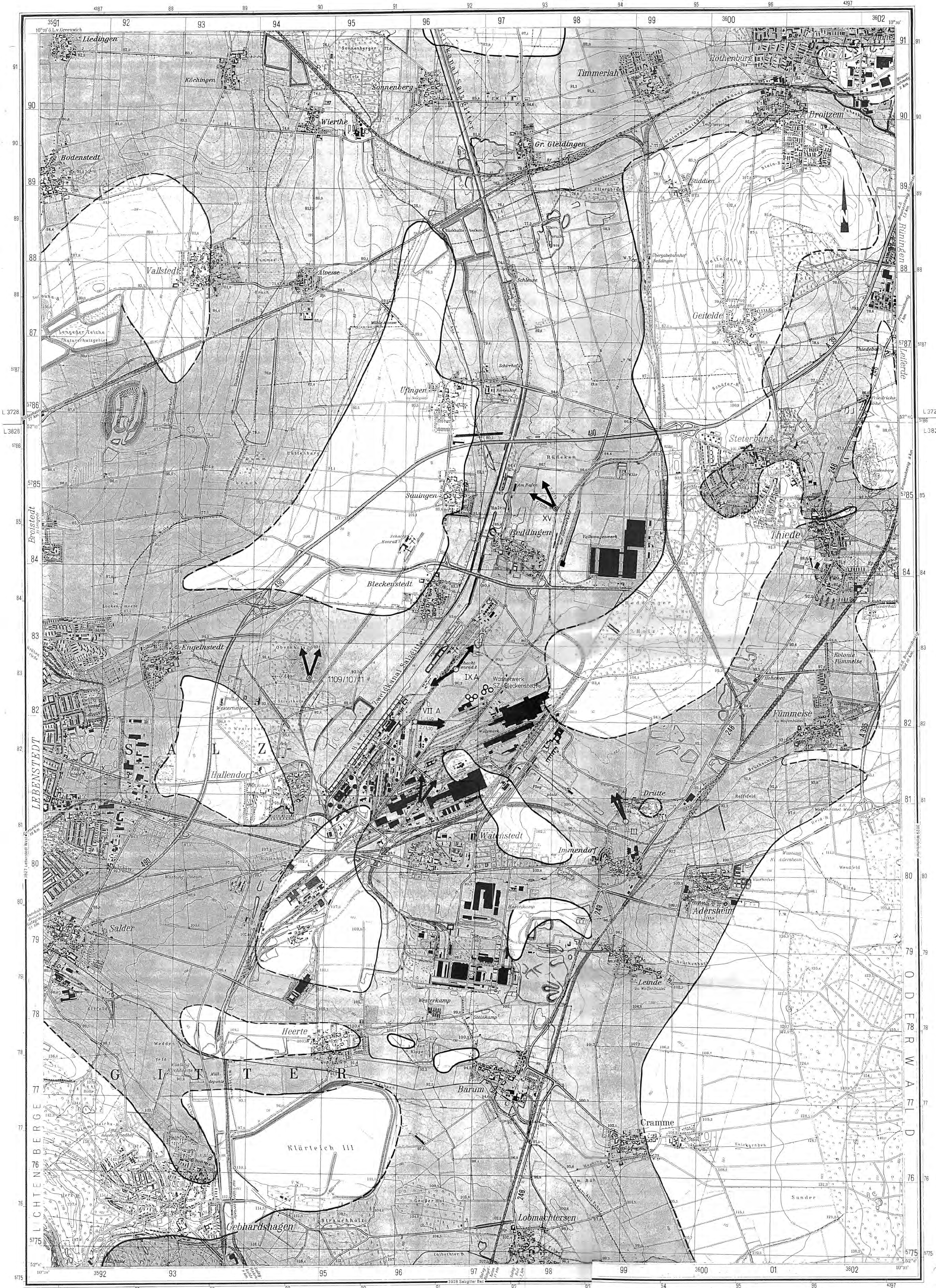
Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:

Topographische Karte

1 : 15 000

Lage der für die Einbohrlochmessungen
ausgewählten Grundwassermeßstellen (I. BA),
mit Angabe der Fließrichtungen und Filter-
geschwindigkeiten des oberflächennahen
Grundwassers.

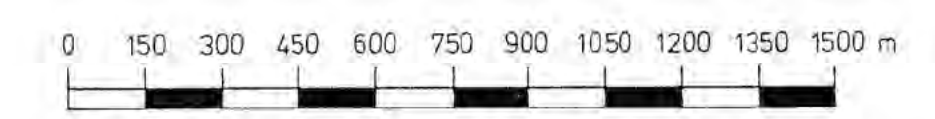


LEGENDE:

Untersuchungsgebiet der GSF: R. 35° 92' 000 36° 02' 000
H. 37° 55' 000 37° 51' 000

- Gebiete mit Quartärmächtigkeiten ≥ 5m
- Grundwasserförderbrunnen
- Grundwassermeßstelle
- Grundwassermeßstellengruppe

Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers,
mit Angabe der Fließgeschwindigkeit in: m/d
und der Meßkampagne 1.: (Jan./Febr. 1985)
GW-Niedrigstand
2.: (Juni/Juli 1985)
GW-Hochstand



Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25 000
3728 (1983) und 3828 (1982)
Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers:
Niedersächs. Landesverwaltungsamt - Landesvermessung
- B5 - 378 / 84

Projekt: Schachtanlage Kunrad Salzgitter			
Bauwerksplanung:		Teilauflage Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1 / I.B.A.	
Bemerkung:		Objekt: Fließricht. u. Fließgeschwindigkeit im oberflächenn. GW. Einzelheit: Lage der für die Einbaubemessung ausgewählten GW-Meßstellen (I. B.A.)	
bearb.	Datum	Name	Maßstab
7/85	7/85	[Redacted]	1:15 000
Gez.		Anlage	
[Redacted]		1	
Gezeichnet für: Braunschweig-Universität für Wasserbau und Wasserbauwesen Institut für Tiefenerosion			